

特种设备检验中无损检测技术应用研究

张秀旺 阿布杜外力·艾尼

喀什地区特种设备检验检测所 新疆 喀什市 844000

摘要：本文聚焦特种设备检验中无损检测技术。先阐述其核心，即精准揪出设备隐患，为维护和安全评估提供依据，且技术多样，需科学选型。接着介绍常见技术，如超声波、射线、磁粉检测的原理、优势与应用要点。然后指出应用中存在人员操作不规范、设备精度不足、技术选型不合理等问题。最后提出优化措施，包括强化人员培训与管理、加强设备管理与升级、优化技术选型与组合，以提升无损检测技术应用效果，保障特种设备安全运行。

关键词：特种设备检验；无损检测技术；技术应用

引言：特种设备广泛应用于工业生产与民生领域，其安全运行至关重要。无损检测技术作为保障特种设备安全的关键手段，能在不损害设备结构完整性与使用性能的前提下，精准检测评估设备材料性能及内外部缺陷。然而，在实际应用中，该技术面临人员操作不规范、检测设备精度不足、技术选型不合理等诸多问题，影响检测效果与设备安全评估。本文将深入剖析特种设备检验中无损检测技术的核心要点、常见问题，并针对性地提出优化措施，以提升其应用效果，保障特种设备安全稳定运行。

1 特种设备检验中无损检测技术应用核心概述

特种设备检验中无损检测技术的应用是一项极为关键且专业的工作。无损检测技术，作为一种在不损害被检测对象结构完整性与使用性能前提下开展检测评估的技术总称，有着独特的价值。它借助物理或化学方法，深入探究特种设备的内在状况，对设备的材料性能以及内部和表面缺陷进行精准检测与评估。(1) 在特种设备检验的复杂场景中，无损检测技术的核心应用目标明确且关键。特种设备长期运行，会面临多种潜在问题，如因频繁受力产生的疲劳裂纹，受环境侵蚀形成的腐蚀坑，焊接过程中可能出现的焊接缺陷，以及随着时间推移发生的材料老化等。无损检测技术就是要精准揪出这些隐患，为后续的设备维护保养提供明确方向，让维护工作更具针对性；同时，也为安全评估提供坚实可靠的科学依据，保障特种设备的安全运行。(2) 适用于特种设备检验的无损检测技术丰富多样，像射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测等。这些不同技术有着各自的检测原理，在适用范围上也各有侧重，检测精度也参差不齐。例如，射线检测对内部体积型缺陷检测效果好，超声检测对内部裂纹等平面型缺陷敏感度高。因此，在实际检验工作中，必须充分考虑特种设备的类型、所处工况、具体检

测部位以及可能存在的缺陷类型等因素，科学合理地选择适配的检测技术，如此才能确保检测结果准确可靠，为特种设备的安全稳定运行保驾护航^[1]。

2 特种设备检验中常见无损检测技术及应用要点

2.1 超声波检测技术及应用要点

超声波检测技术在特种设备检验领域占据着重要地位。(1) 其基本原理是利用超声波在不同介质中传播特性存在差异这一特性，发射超声波使其穿透被检测对象。当超声波在传播途中遇到缺陷时，会发生反射、折射或者衰减等现象。检测人员借助专门的接收装置捕捉这些变化后的信号，并运用专业方法进行分析，进而精准判断出缺陷所在的位置、具体的大小以及形态等关键信息。(2) 该技术优势显著，检测速度较快，能在较短时间内完成大面积检测；检测深度大，可深入设备内部探测；对内部缺陷灵敏度高，哪怕是微小的内部缺陷也难以遁形。因此，它被广泛用于锅炉、压力容器、压力管道等特种设备的焊缝检测以及内部缺陷检测工作。(3) 在应用超声波检测技术时，有不少要点需留意。要依据被检测对象的材料特性与厚度，科学合理地选择超声波频率，频率选择不当会影响检测效果；要保证检测探头与被检测表面实现良好耦合，通常涂抹耦合剂来减少超声衰减；还要对检测信号进行精准解读，仔细区分缺陷信号与干扰信号，防止出现误判或漏判的情况，确保检测结果的准确性和可靠性^[2]。

2.2 射线检测技术及应用要点

射线检测技术作为特种设备检验中一项成熟且关键的无损检测手段，其原理是巧妙利用射线（常见如X射线、 γ 射线）所具备的强大穿透能力。(1) 当射线穿透被检测对象时，由于缺陷部位与无缺陷部位的组织结构不同，对射线的吸收能力存在差异。此时，借助成像装置，就能形成被检测对象的透视图像，检测人员依据图像中

呈现的灰度差异,精准判断缺陷是否存在以及其具体特征。(2)该技术优势突出,检测图像直观明了,能直接呈现缺陷的形态;图像可永久保存,为后续的设备质量追溯和分析提供依据;对体积型缺陷,如气孔、夹渣等检测效果极佳。它广泛应用于压力容器、管道焊缝等特种设备的内部缺陷检测。(3)在实际应用时,需着重把控几个要点。要依据被检测对象的厚度和材料密度,科学合理地选择射线能量,保证射线既能穿透被检测对象,又能形成清晰图像;要严格做好检测过程中的射线防护工作,防止射线泄漏对操作人员造成辐射伤害;要规范图像采集与处理流程,保证图像清晰度达到缺陷识别要求,并准确标注缺陷的位置、尺寸等关键信息,为设备安全评估提供可靠依据。

2.3 磁粉检测技术及应用要点

磁粉检测技术作为特种设备检验中针对铁磁性材料设备的关键无损检测手段,有着明确的适用范围。(1)其原理基于磁化装置使被检测的铁磁性对象产生磁场,若被检测对象表面或近表面存在诸如裂纹、夹杂等缺陷,缺陷处会因磁导率变化形成漏磁场。此时将磁粉均匀撒布在被检测表面,磁粉受漏磁场吸附而聚集,形成清晰可见的磁痕,进而直观呈现缺陷的位置与形状。(2)该技术优势突出,检测灵敏度高,能发现微小的表面及近表面缺陷;操作简便,无需复杂设备和繁琐流程;检测成本低,适合大规模检测应用。常用于起重机吊钩、电梯导轨、锅炉封头、压力容器法兰等铁磁性特种设备的检测。(3)应用时,要根据被检测对象的形状、尺寸选合适的磁化方式,保证磁化均匀以形成明显漏磁场;严格把控磁粉的粒度、磁性等性能指标,确保被检测表面清洁干燥,防止杂质干扰磁痕;检测完成后,要对被检测对象进行退磁处理,消除残留磁场,避免其对设备后续运行产生不良影响。

3 特种设备检验中无损检测技术应用的常见问题

3.1 人员操作不规范,专业能力不足

无损检测技术对操作人员的专业能力和操作规范性要求较高,当前部分操作人员存在专业能力不足、操作不规范等问题。(1)部分操作人员未系统掌握无损检测技术的原理、操作流程及缺陷识别方法,对检测设备的操作不熟练,易出现参数设置不合理、操作步骤遗漏等问题,导致检测结果不准确;(2)部分操作人员责任意识淡薄,在检测过程中敷衍了事,未严格按照检测要求开展工作,存在漏检、误判等情况,无法及时发现特种设备存在的潜在缺陷。此外,随着新型无损检测技术的不断涌现,部分操作人员知识更新不及时,难以适应新

型检测技术的应用需求。

3.2 检测设备精度不足,性能不稳定

检测设备的精度和性能是保障无损检测结果准确性的基础,当前部分特种设备检验机构的检测设备存在精度不足、性能不稳定等问题。(1)部分检测设备使用年限较长,未及时进行维护保养和更新改造,设备部件出现磨损、老化等情况,导致检测精度下降,无法精准识别微小缺陷;(2)部分低价采购的检测设备本身性能较差,检测信号稳定性不足,易受外界环境干扰,影响检测结果的可靠性;(3)设备校准工作落实不到位,未按要求定期对检测设备进行校准,导致设备测量误差过大,检测数据失去参考价值^[3]。

3.3 技术选型不合理,适配性较差

不同类型的无损检测技术具有不同的适用范围和检测优势,若技术选型不合理,会导致检测效果不佳。当前部分特种设备检验中存在技术选型盲目、适配性较差的问题:(1)未根据特种设备的材料特性、缺陷类型、检测部位等因素综合判断,随意选择检测技术,例如采用磁粉检测技术检测非铁磁性材料特种设备,无法达到预期检测效果;(2)对新型无损检测技术的应用场景了解不足,过度依赖传统检测技术,在面对复杂工况下的特种设备检测时,难以精准识别隐蔽性缺陷;(3)未结合检测需求合理组合多种检测技术,单一检测技术难以全面覆盖各类缺陷,导致检测存在盲区。

4 提升特种设备检验中无损检测技术应用效果的优化措施

4.1 强化人员培训与管理,提升专业操作能力

在特种设备检验中,为提升无损检测技术的应用效果,强化人员培训与管理、提升专业操作能力是重要优化措施。(1)要建立健全人员培训体系。定期组织无损检测操作人员开展专业培训,培训内容应全面且深入,涵盖各类检测技术的原理,让操作人员知其然更知其所以然;明确设备操作规范,减少因操作失误带来的误差;传授缺陷识别方法,提高缺陷检出的准确率;介绍新型检测技术应用,拓宽操作人员的技术视野。同时,安排充足的实操演练,让操作人员在实践中熟悉设备、掌握技巧,提升实践操作能力。(2)建立严格的人员考核机制。定期对操作人员的专业知识和操作技能进行考核,考核内容紧密结合实际工作需求。只有考核合格的人员才能上岗作业,以此确保操作人员具备相应的专业能力,保障检测工作的质量。(3)加强人员责任意识培养。通过开展安全警示教育,让操作人员深刻认识到检测工作的重要性;建立岗位责任制,明确其工作职责,规范检测

行为,避免因操作不当导致检测质量问题。此外,建立人员知识更新机制,及时推送新型无损检测技术相关知识,鼓励操作人员参与技术交流与学习,提升对新技术的应用能力。

4.2 加强设备管理与升级,保障检测精度稳定

在特种设备检验工作中,为提升无损检测技术的应用效果,加强设备管理与升级、保障检测精度稳定十分关键。(1)要建立一套完善的检测设备管理制度,对设备从采购到使用的全生命周期进行精细化管理,明确采购、使用、维护、校准等各环节的具体管理要求。在设备采购阶段,严格筛选供应商,综合考量其信誉、技术实力等因素,挑选性能稳定、精度达标且符合检测需求的优质设备,从源头上杜绝劣质设备流入。(2)设备使用过程中,规范操作流程至关重要。操作人员必须严格按照设备说明书进行操作,杜绝违规行为,防止因操作不当造成设备损坏。同时,建立设备定期维护保养制度,安排专业技术人员定期对设备开展清洁、润滑、调试等维护工作,及时发现并排除潜在故障隐患,确保设备始终处于良好的运行状态。(3)严格落实设备校准制度,定期将检测设备送至专业校准机构进行校准,保证设备测量精度符合相关标准,使检测数据真实可靠。对于使用年限较长、性能无法满足当前检测需求的设备,应及时进行更新改造,提升设备整体性能,为无损检测工作提供坚实的硬件保障^[4]。

4.3 优化技术选型与组合,提升检测适配性

在特种设备检验领域,为提升无损检测技术的应用效果,优化技术选型与组合、增强检测适配性是重要举措。(1)应建立完善的技术选型评估机制。在检验工作开展前,对被检测设备进行全面且细致的分析,涵盖材料特性、工况条件、检测部位以及缺陷类型等多方面因素。同时,深入研究各类无损检测技术的适用范围与优势,以此为依据科学选择适配的检测技术,避免出现技术

选型的盲目性,确保所选技术能精准匹配检测需求。(2)积极加强新型无损检测技术的研究与应用。深入了解新技术的应用场景和独特优势,在面对复杂工况或隐蔽性缺陷检测等难题时,合理引入新型检测技术,有效弥补传统检测技术的短板。(3)推行多技术组合检测模式也十分必要。依据实际检测需求,将不同类型的无损检测技术进行有机组合,如把超声波检测与射线检测相结合,实现对特种设备内部缺陷的全方位检测,最大程度减少检测盲区,提升检测结果的全面性与准确性。此外,建立技术应用效果评估机制,对检测技术的应用效果持续跟踪评估,及时优化技术选型和应用方案。

结束语

综上所述,特种设备检验中无损检测技术的应用至关重要。当前虽在人员操作、设备状况、技术选型等方面存在一些问题,但通过强化人员培训与管理,提升专业操作能力;加强设备管理与升级,保障检测精度稳定;优化技术选型与组合,提升检测适配性等优化措施,能有效提升无损检测技术的应用效果。这些举措相互配合、协同发力,有助于精准揪出特种设备潜在隐患,为设备维护保养提供科学指引,为安全评估筑牢坚实基础,进而保障特种设备安全稳定运行,推动特种设备检验行业朝着更加专业、精准、高效的方向发展。

参考文献

- [1]李小张.特种设备焊接接头无损检测新技术应用与精度提升研究[J].行车指南,2023(8):0068-0069.
- [2]王东芳.解析特种设备中无损检测技术的运用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(5):001-003.
- [3]陈志超.特种设备机械部件无损检测技术应用[J].行车指南,2023(8):0040-0041.
- [4]杨洋.特种设备检验中机械故障诊断实操技术研究[J].行车指南,2023(10):0070-0071.